

Total reaction cross section of $p + [28] \text{ Si}$ system near Neutron threshold energy

著者	奥村 紀浩
内容記述	"[28]" is superscript Thesis (Ph. D. in Science)--University of Tsukuba, (A), no. 2451, 2000.6.30 Includes bibliographical references
発行年	2000
URL	http://hdl.handle.net/2241/5663

氏 名 (本 籍)	おくむらのりひろ 奥村紀浩(東京都)		
学 位 の 種 類	博 士 (理 学)		
学 位 記 番 号	博 甲 第 2451 号		
学位授与年月日	平成12年6月30日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審 査 研 究 科	物理学研究科		
学 位 論 文 題 目	Total Reaction Cross Section of $p+^{28}\text{Si}$ Sstem near Neutron Threshold Energy (中性子閾エネルギー近傍における陽子と ^{28}Si 核の全反応断面積)		
主 査	筑波大学教授	理学博士	古 野 興 平
副 査	筑波大学教授	理学博士	香 村 俊 武
副 査	筑波大学助教授	理学博士	青 木 保 夫
副 査	筑波大学助教授	理学博士	田 岸 義 宏
副 査	大阪大学・核物理研究センター助教授	理学博士	野 呂 哲 夫

論 文 の 内 容 の 要 旨

本論文は、エネルギー10～20MeVの陽子による原子核反応全断面積に対して、従来の光学模型に替わってチャネル結合法を適用し、新しい観点から陽子の原子核による吸収のメカニズムを明らかにすることを目的として行なわれた研究の報告である。

原子や原子核のようなミクロな粒子の衝突において、衝突後の放出粒子の種類・エネルギー・放出角度を問わず、何らかの反応が起こる確率を全反応断面積と呼ぶ。中性子や陽子と原子核との衝突では、通常、中性子または陽子を入射粒子とする。それが標的原子核と衝突して反応を起こせば、その反応の数だけ入射粒子は減少する。このことは、物質中における光の吸収との類推から導かれた光学模型によって理論的に表現され、この模型で用いる相互作用ポテンシャルを光学ポテンシャルと呼ぶ。そして全反応断面積は光学ポテンシャルの虚数部分と直接結びついている。したがって全反応断面積は、従来、光学模型によって解析されて来た。全反応断面積は相互作用の巨視的性質に関する重要な情報をもたらす、しかも実験で測定可能な物理量である。

近年、原子核反応の理論において特にチャネル結合法の進展が著しい。この理論によれば、陽子と原子核との衝突において陽子の入射エネルギーを次第に増して行くと、特定の反応が起こり始めるエネルギー（閾エネルギー）の前後で有効ポテンシャルの符号が逆転する項が存在し、これが相殺的に寄与するために全反応断面積が閾エネルギー近傍で減少する。理論計算の結果、この減少は陽子入射・中性子放出反応（これを(p,n)反応と記す）の閾エネルギー近傍で最も顕著に観測されるものと予測された。

一方、陽子エネルギーが20MeV以下では実験が非常に困難であることから、今まで理論的解析に耐え得るデータが皆無であった。これに対して著者は入射陽子数、及び標的を通過後に減少した陽子数を正確に計測するため、2連ガス検出器と厚さ100ミクロンのシンチレーション検出器を組み合わせることによって、全反応断面積が十分な精度で測定できることを示し、実際に質量数28のシリコン原子核との全反応断面積が中性子閾エネルギー近傍で減少する実験データを得た。また、シリコンと同じエネルギー範囲で測定したアルミニウム原子核に対する全反応断面積には(p,n)反応の閾エネルギーがシリコンとは多いに異なるので、断面積に減少は現われないことも確認した。

実験データを光学模型、並びにチャネル結合法の両者によって解析した結果、全反応断面積の絶対値について

は実験と理論が定性的一致に留まるが、中性子閾エネルギー近傍における断面積の減少はチャネル結合法の予言と一致することが確認され、結論として、これまで全反応断面積は巨視的な情報を与えるものとされていたのに対して、特定の反応チャネルの寄与という微視的効果が反映されることが導かれた。

審 査 の 結 果 の 要 旨

陽子エネルギーが20MeV以下の低エネルギー領域における全反応断面積の測定は、同時に測定されるため補正として除去しなければならない弾性散乱断面積の増加、及び低雑音・高エネルギー分解能の極めて薄い陽子通過検出器の必要性から、非常に困難な実験である。本研究では、検出器開発と最新の原子核反応理論・計算技術を駆使して、今まで測定できなかったエネルギー領域において初めて理論的解析に耐え得る全反応断面積の測定と解析に成功した。このことは著者の測定に対する緻密な物理的考察と実験計画、並びに高度の実験技術を示すものである。

本研究における解析結果には、全反応断面積の絶対値において今後の研究課題が残されている。しかしながら、従来、巨視的側面でのみ考慮されてきた全反応断面積に微視的側面があることを指摘した点は、原子核反応理論の展開に新たな視点を促すものとして高く評価される。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。